

## KAJIAN LAJU INFILTRASI TANAH PADA BERBAGAI PENGGUNAAN LAHAN DI DESA SEMPAJAYA KECAMATAN BERASTAGI KABUPATEN KARO

(Study of Soil Infiltration Rate in Some Type of Lands at Desa Sempajaya Kecamatan Berastagi Kabupaten Karo)

Rika Isnaini<sup>1</sup>, Sumono<sup>1</sup>, Ainun Rohanah<sup>1</sup>

<sup>1)</sup> Departemen Teknologi Pertanian, Fakultas Pertanian USU  
Jl. Prof. Dr. A. Sofyan No. 3 Kampus USU Medan 20155

Diterima tanggal 6 Februari 2013/ Desetujui tanggal 12 Maret 2013

### ABSTRACT

*Infiltration is a very important component in soil conservation. Because as it correlation with rain intensity, run off, and erosion. The aim of this research was to know the infiltration rate in some type of lands i.e chili field, coffee field, and bush at Sempajaya Kecamatan Berastagi Kabupaten Karo using Philips equation model. Parameters observed were moisture content, soil texture, bulk density, particle density, porosity, organic matter and cumulative infiltration was used. Double ring infiltrometer that pressed into the soil, and filled with water was used. The decreased of water was observed with interval of 0, 5, 10, 20, 30, 45, 60, 120, 180, 240 minutes. The results showed that the highest infiltration rate was found in bush, followed by chili field, and the smallest was found in coffee field. The biggest influence on the infiltration rate was organic matter.*

**Key words:** *Infiltration rate, chili field, coffee field, bush, Sempajaya*

### PENDAHULUAN

Infiltrasi adalah proses aliran air (umumnya berasal dari curah hujan) masuk ke dalam tanah. Laju maksimal masuknya air masuk ke dalam tanah dinamakan kapasitas infiltrasi. Kapasitas infiltrasi terjadi ketika intensitas hujan melebihi kemampuan tanah dalam menyerap kelembaban tanah. Sebaliknya, apabila intensitas hujan lebih kecil dari kapasitas infiltrasi, maka laju infiltrasi sama dengan curah hujan. Laju infiltrasi umumnya dinyatakan dalam satuan yang sama dengan satuan intensitas curah hujan, yaitu millimeter perjam (Asdak, 1995).

Dalam bidang konservasi tanah, infiltrasi merupakan komponen yang sangat penting karena masalah konservasi tanah pada dasarnya adalah pengaturan hubungan antara intensitas hujan dan kapasitas infiltrasi, serta pengaturan aliran permukaan. Aliran permukaan hanya dapat diatur dengan memperbesar kemampuan tanah menyimpan air, utamanya dapat ditempuh melalui perbaikan atau peningkatan kapasitas infiltrasi. Kapasitas infiltrasi merupakan laju maksimum air yang dapat masuk ke dalam tanah pada suatu saat (Kurnia, dkk, 2006). Apabila kapasitas infiltrasi lebih kecil dari intensitas hujan, dapat menyebabkan terjadinya banjir dan

erosi. Laju infiltrasi pada suatu lokasi akan berbeda dengan lokasi lainnya, bergantung pada berbagai faktor seperti tekstur tanah, bahan organik, struktur tanah, kadar air tanah, porositas tanah.

Besarnya laju infiltrasi dapat ditentukan melalui suatu model yang telah dikembangkan oleh para peneliti, diantaranya adalah model yang dikembangkan oleh Philips. Pengetahuan laju infiltrasi pada suatu lokasi atau wilayah sangat penting, terutama pada daerah dengan curah hujan tinggi dan berlereng dengan kecuraman tinggi untuk mengantisipasi kemungkinan terjadinya *run off* dan erosi dalam mempertahankan kelestarian lahan.

Desa Sempajaya, merupakan salah satu desa yang terdapat di Kecamatan Berastagi, Kabupaten Karo, yang berada pada ketinggian rata-rata 1.375 m di atas permukaan laut. Kecamatan Berastagi memiliki tanah jenis andosol dengan topografi datar sampai bergunung dengan curah hujan rata-rata 2.100-3.200 mm per tahun. Mata pencaharian utama penduduk Sempajaya pada umumnya adalah sebagai petani (BPS kabupaten Karo, 2012).

Dari berbagai penggunaan lahan usaha tani di Kecamatan Berastagi memiliki kemampuan laju infiltrasi yang berbeda-beda

yang akan berpengaruh terhadap penyimpanan dan ketersediaan air dalam tanah serta kemungkinan terjadinya limpasan air (*run off*).

Tujuan penelitian adalah menentukan laju infiltrasi tanah pada berbagai penggunaan lahan di Desa Sempajaya Kecamatan Berastagi Kabupaten Karo.

**METODOLOGI**

Bahan-bahan yang diperlukan adalah lahan yang akan digunakan (ladang cabai, kebun kopi dan semak), dan air. Alat yang digunakan adalah *double ring infiltrometer, ring sample, tensiometer, stopwatch*, timbangan, oven, ember, cangkul, mistar. Metode yang digunakan adalah penelitian lapangan yang dilaksanakan pada tiga lokasi yang berbeda, yaitu di Ladang Cabai, Kebun Kopi, dan Semak yang diawal penelitian memiliki potensial air tanah yang sama dan diukur dengan alat *tensiometer* yang dilakukan dengan tiga ulangan.

Penelitian dimulai dengan melakukan survey pendahuluan di lapangan dengan mengadakan tinjauan di lokasi dan pengambilan titik untuk masing-masing tata guna lahan yang memiliki potensial air tanah yang sama. Pada setiap lahan ditentukan tiga lokasi untuk pengukuran infiltrasi.

Penelitian ini diawali dengan pengukuran infiltrasi kumulatif menggunakan ring infiltrometer ganda.

- Kedua ring infiltrometer ganda dibenamkan ke dalam tanah dengan kedalaman 10 cm.
- Penggaris dipasang pada sisi dalam ring yang pertama (kecil).
- Air dimasukkan kedalam kedua ring infiltrometer setinggi 20 cm secara merata.
- Penurunan muka air diukur setiap selang waktu 5 menit, 10 menit, 20 menit, 30 menit, 45 menit, 60 menit, 90 menit, 120 menit, 180 menit, dan 240 menit.
- Dihitung laju infiltrasi dengan menggunakan metode Philips

Model persamaan infiltrasi philips:  
 $f_p = C + Dt^{-0.5}$ ..... (1)

Dimana:  
 fp = kapasitas infiltrasi (mm/ menit)  
 C, D = konstantayang ipengaruhi oleh faktor lahan dan kadar air tanah awal.  
 T = waktu (menit)

Infiltrasi kumulatif diperoleh dengan mengintegalkan persamaan diatas untuk periode tertentu, mulai dari t = 0 sampai dengan t = t.

$$F = \int_0^t (Dt^{-0.5} + C) . dt = C . t + 2Dt^{0.5} \dots \dots \dots$$

(2) Sehingga persamaan infiltrasi kumulatif Philip dapat ditulis:

$$F - C . t = 2 Dt^{0.5} \dots \dots \dots (3)$$

Proses pengepasan dari persamaan di atas dapat dilakukan dengan menggunakan data dari dua interval waktu, yaitu t<sub>1</sub> dan t<sub>2</sub> serta dua nilai dari infiltrasi kumulatif pada interval tersebut, yaitu F<sub>1</sub> dan F<sub>2</sub> sehingga:

$$F_1 - Ct_1 = 2 Dt_1^{0.5} \dots \dots \dots (4)$$

$$F_2 - Ct_2 = 2 Dt_2^{0.5} \dots \dots \dots (5)$$

Untuk mendapatkan nilai D maka dilakukan eliminasi, sehingga diperoleh:

$$D = \frac{F_1 t_2 - F_2 t_1}{2 (t_1^{0.5} t_2 - t_2^{0.5} t_1)} \dots \dots \dots (6)$$

- Nilai D lalu dimasukkan ke dalam persamaan (4) atau (5) makadiperoleh nilai C. Nilai C dan D kemudian dimasukkan ke dalam persamaan Philips (1) . (Januar dan Nora, 1999).

- Diambil sampel tanah untuk mendapatkan tekstur dan bahan organik tanah, kadar air sebelum dan sesudah pengukuran, kerapatan massa tanah, kerapatan partikel tanah, dan porositas tanah dengan menggunakan *ring sample*

Parameter Penelitian

- Tekstur Tanah: Diukur dengan metode Hidrometer
- Bahan Organik: Diukur dengan metode Walkey and Black
- Kadar Air: Diukur dengan metode Gravimetri
- Kerapatan Massa (*Bulk Density*): Kerapatan massa tanah dapat ditentukan berdasarkan persamaan:

$$\rho_b = \frac{M_s}{V_t} \dots \dots \dots (7)$$

Dimana :

$\rho_b$  = Kerapatan massa (*bulk density*) ( $\frac{g}{cm^3}$ )

Ms = massa tanah (g)

Vt = volume total tanah (volume ring)( $cm^3$ )

- Kerapatan Partikel (*Particel Density*): Kerapatan partikel ditentukan berdasarkan persamaan:

$$\rho_s = \frac{M_s}{V_s} \dots \dots \dots (8)$$

Dimana,

Vs = volume tanah ( $cm^3$ )

$\rho_s$  = kerapatan partikel (*particle density*)

$$(\frac{g}{cm^3})$$

- Porositas Tanah: Porositas tanah dapat ditentukan dengan menggunakan persamaan:

$$f = (1 - \frac{\rho_b}{\rho_s}) \times 100\% \dots \dots \dots (9)$$

(Hillel,1987).

- Potensial Matriks: Potensial matriks dapat diukur dengan menggunakan tensiometer pada kedalaman, 5 cm, 15 cm dan 25 cm.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Analisa Sifat Fisik Tanah

Hasil pengukuran analisa sifat fisik tanah dari berbagai penggunaan lahan yaitu ladang cabai, kebun kopi dan semak di Desa Sempajaya Kecamatan Berastagi Kabupaten Karo, dapat dilihat pada tabel-tabel berikut:

- Tekstur Tanah

Hasil analisa tekstur tanah pada ketiga lokasi penelitian, dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil Analisa Tekstur Tanah

Lokasi	Fraksi			Tekstur Tanah
	Pasir (%)	Debu (%)	Liat (%)	
Ladang cabai	60,56	27,12	12,32	Lempung Berpasir
Kebun kopi	54,56	35,28	10,16	Lempung Berpasir
Semak	64,56	23,12	12,32	Lempung Berpasir

Berdasarkan Tabel 1 dapat dilihat pada lokasi ladang cabai, kebun kopi dan semak, memiliki tekstur yang sama, yaitu bertekstur lempung berpasir.

- Kerapatan Massa (*Bulk Density*)

Hasil analisa kerapatan massa pada ketiga lokasi penelitian, dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil Analisa Kerapatan Massa (*Bulk Density*) Tanah

Lokasi	Sebelum	Setelah
	Pengukuran Infiltrasi (g/cm <sup>3</sup> )	Pengukuran Infiltrasi (g/cm <sup>3</sup> )
Ladang cabai	0.89	0.89
Kebun kopi	0.84	0.86
Semak	0.86	0.87

Tabel 2 menunjukkan hasil analisa kerapatan massa untuk ketiga lahan menunjukkan nilai dibawah 0,90 g/cm<sup>3</sup>. Hal ini sesuai dengan pernyataan Arsyad (1989), beberapa jenis tanah mempunyai *bulk density* kurang dari 0,90 g/cm<sup>3</sup>, bahkan ada yang

kurang dari 0,10 g/cm<sup>3</sup> seperti tanah gambut. Sedangkan tanah mineral menurut (Hardjowigeno, 2007) nilai *bulk density*-nya berkisar 1-0,7 g/cm<sup>3</sup>

Makin besar nilai kerapatan massa (*bulk density*) maka tanah makin sukar meloloskan air.

- Kerapatan Partikel (*Particle Density*)

Hasil Analisa Kerapatan Partikel (*Particle Density*) Tanah pada ketiga lokasi penelitian dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Hasil Analisa Kerapatan Partikel (*Particle Density*) Tanah

Lokasi	Sebelum	Setelah
	Pengukuran Infiltrasi (g/cm <sup>3</sup> )	Pengukuran Infiltrasi (g/cm <sup>3</sup> )
Ladang cabai	2.12	2.05
Kebun kopi	2.36	2.16
Semak	2.11	2.12

Dari Tabel 3 di atas diperoleh hasil analisa kerapatan partikel untuk keseluruhan data baik sebelum pengukuran infiltrasi dan setelah pengukuran infiltrasi menunjukkan perubahan yang sangat kecil. Perbedaan terjadi kemungkinan karena sampel tanah yang diambil sebelum infiltrasi dari luar *ring infiltrometer* dan setelah infiltrasi dari dalam *ring infiltrometer*.

Dari ketiga lokasi penelitian tersebut, kerapatan partikel tertinggi terdapat pada kebun kopi sebesar 2.36 g/cm<sup>3</sup>. Pada tanah mineral umumnya kerapatan partikelnya 2,65 g/cm<sup>3</sup> dan mulai menurun apabila kandungan bahan organiknya bertambah (Arsyad, 2000).

- Ruang Pori atau Porositas

Hasil analisa porositas tanah pada ketiga lokasi penelitian, dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Hasil Analisa Porositas Tanah

Lokasi	Sebelum	Setelah
	Pengukuran Infiltrasi (%)	Pengukuran Infiltrasi (%)
Ladang cabai	58.14	56.4
Kebun kopi	63.69	59.42
Semak	58.85	58.89

Dari Tabel 4, dapat disimpulkan bahwa ruang pori atau porositas tanah sebelum infiltrasi lebih besar dibandingkan setelah pengukuran infiltrasi. Pemberian air secara terus menerus selama proses infiltrasi mengakibatkan proses pemampatan dan penutupan pori-pori tanah.

Kandungan porositas tanah pada ladang cabai dan semak termasuk kedalam klasifikasi baik, dan pada kebun kopi termasuk poros . Hal ini sesuai dengan pernyataan Sutanto (2005) , yaitu pada % volume 100% (sangat poros), 80-60% (poros), 60-50% (baik), 50-40% (kurang baik), 40-30% (jelek), < 30% (sangat jelek).

- Bahan Organik Tanah

Hasil analisa bahan organik tanah pada ketiga lokasi penelitian dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Hasil Analisa Bahan Organik Tanah

Lokasi	% C-Organik	Bahan Organik
Ladang cabai	4,02	6,91
Kebun kopi	3,78	6,50
Semak	4,07	7,00

Tabel 5 menunjukkan bahan organik tertinggi terdapat pada semak. Bahan organik sangat berpengaruh terhadap kemampuan tanah meloloskan air. Semakin tinggi nilai bahan organik, berarti semakin remah struktur tanahnya, sehingga lebih mudah dalam meloloskan air (Hanafiah, 2005).

- Kadar Air Tanah

Hasil analisa kadar air tanah pada ketiga lokasi penelitian dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 6. Hasil Analisa Kadar Air Tanah

Lokasi	Sebelum Pengukuran Infiltrasi (%)	Setelah Pengukuran Infiltrasi (%)
Ladang cabai	45.88	48.92
Kebun Kopi	43.87	48.51
Semak	60.08	63.33

Tabel 6 menunjukkan kenaikan nilai kadar air tanah setelah infiltrasi untuk ketiga lokasi. Kenaikan yang paling tinggi pada lokasi kebun kopi sebesar 4.04%.

- Pengukuran Infiltrasi

Hasil pengukuran infiltrasi kumulatif pada ketiga lokasi penelitian dapat dilihat pada Tabel 7.

Tabel 7. Pengukuran infiltrasi kumulatif pada ketiga lahan

Waktu (t) (menit)	Infiltrasi Kumulatif (F) (cm)		
	Cabai	Kopi	Semak
5	2.4	2.17	4.17
10	4.33	3.90	7.60
20	6.7	5.23	11.67
30	10.9	6.90	16.60
45	14.43	8.83	22.33

60	17.5	10.5	27.90
90	22.53	13.2	35.30
120	28.2	16.93	43.60
180	39.23	22.26	57.27
240	47.56	28.93	74.57

Dari hasil kombinasi waktu untuk prediksi infiltrasi kumulatif, maka diperoleh:

- Pada ladang cabai, waktu (t) 10 menit dan 240 menit yang paling mendekati infiltrasi kumulatif pengukuran. sehingga diperoleh konstanta C = 0.14 dan D = 0.47 , dengan demikian diperoleh laju infiltrasi:

$$fp = 0.14 + 0.47 t^{-0.5} \text{ cm/menit}$$

- Pada kebun kopi, waktu (t) 5 menit dan 240 menit yang paling mendekati infiltrasi kumulatif pengukuran. sehingga diperoleh konstan C = 0.07 dan D = 0.41 diperoleh laju infiltrasi:

$$fp = 0.07 + 0.41 t^{-0.5}$$

- Pada semak, waktu (t) 10 menit dan 240 menit yang paling mendekati infiltrasi kumulatif pengukuran. Sehingga diperoleh konstanta C = 0.20 dan D = 0.89 dengan demikian diperoleh laju infiltrasi:

$$fp = 0.20 + 0.89 t^{-0.5} \text{ cm/menit}$$

Dari ketiga lahan, yaitu ladang cabai, kebun kopi, dan semak, dapat dilihat laju infiltrasi kumulatif yang paling tinggi terdapat pada semak dan yang paling kecil ditemukan di kebun kopi. Hal ini dipengaruhi oleh sifat fisik tanah yang terdapat pada semak, yaitu memiliki kandungan pasir dan bahan organik yang paling tinggi dibanding dengan ladang cabai dan kebun kopi, sehingga menyebabkan tanahnya lebih mudah meloloskan air.

- Klasifikasi Laju Infiltrasi Pada Ketiga Lahan

Hasil pengukuran laju infiltrasi pada ketiga lokasi penelitian dapat dilihat pada Tabel 8.

Tabel 8. Klasifikasi infiltrasi.

Lokasi	Laju infiltrasi (mm/jam)	Klasifikasi
Ladang cabai	104 - 189	sedang
Kebun kopi	56.4 - 150	cepat
Semak	159 - 316.8	Cepat

Dari Tabel 8 dapat dilihat bahwa laju infiltrasi pada semak adalah cepat, dan laju infiltrasi pada ladang cabai dan kebun kopi termasuk dalam klasifikasi sedang cepat. Lee (1990) mengklasifikasikan infiltrasi tanah ke dalam beberapa kelas yaitu, sangat lambat (1 mm/jam), lambat (1-5 mm/jam), sedang lambat (5-20 mm/jam), sedang (20-65 mm/jam) sedang

cepat (65-125 mm/jam), cepat (125-250 mm/jam), dan sangat cepat (> 250 mm/jam)

- Potensial Matriks Tanah

Nilai potensial matriks pada ketiga lokasi penelitian dapat dilihat pada Tabel 9.

Tabel 9. Nilai hisapan air tanah pada berbagai penggunaan lahan

Lokasi	Suction (Cbar)					
	Sebelum Infiltrasi Pada Kedalaman			Setelah Infiltrasi pada Kedalaman		
	5 cm	15 cm	25 cm	15 cm	15 cm	25 cm
Ladang cabai	30	29	28	27	28	29
Kebun kopi	30	29	28	29	30	31
Semak	30	29	28	28	29	30

Dari Tabel 9 dapat dilihat nilai potensial matriks pada beberapa kedalaman di tiga lokasi penelitian yang telah ditentukan dimana pada awal penelitian setiap lokasi memiliki potensial matriks yang sama. Menurut Lee (1990), potensial air dalam tanah didefinisikan sebagai tekanan negatif (tarikan) dimana air diikat pada beberapa tempat dalam tanah yang disebut potensial matriks.

Pengukuran sebelum infiltrasi nilai isapan matriks menunjukkan angka yang lebih kecil pada kedalaman yang semakin dalam, hal ini sesuai karena tanah belum dalam keadaan jenuh. Namun pada pengukuran setelah infiltrasi menunjukkan angka yang lebih besar pada kedalaman tanah yang semakin dalam. Hal ini kemungkinan disebabkan alat tensiometer yang dipergunakan kurang peka pada kondisi tanah yang mendekati jenuh.

## KESIMPULAN DAN SARAN

### Kesimpulan

Lokasi semak mempunyai laju infiltrasi yang paling tinggi dibandingkan ladang cabai dan kebun kopi karena memiliki kandungan fraksi pasir dan bahan organik yang paling tinggi, walaupun memiliki jenis dan tekstur tanah yang sama.

Pengaruh yang paling besar terhadap laju infiltrasi tanah adalah kandungan bahan organik tanah.

### Saran

Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut mengenai konduktivitas hidrolik dengan alat yang lebih peka dan untuk pengukuran infiltrasi perlu digunakan tabung marihot.

## DAFTAR PUSTAKA

- Arsyad, S. 2000. Konservasi Tanah dan Air. IPB Press. Bogor.
- Asdak.C. 2002. Hidrologi dan Pengelolaan Daerah Aliran Sungai. Gajah Mada University Press. Yogyakarta.
- BPS Kabupaten Karo, 2012. Badan Pusat Statistik Akabupaten Karo Koordinator Statistik Kecamatan Berastagi. Sumatera Utara.
- Hillel. D.1987. Soil and Water Physical Principles and Processes. Academic Press. New York.
- Hardjowigeno, S. 2007. Klasifikasi Tanah dan Pedogenesis. Akademika. Pressindo, Jakarta
- Januar. R. dan Nora. H.P.. 1999.Evaluasi Persamaan Infiltrasi Kostiakov dan Philip secara Empirik untuk Tanah Regosol Coklat Kekelabuan. Buletin Keteknik Pertanian. Vol 13 (3): hal 1-9. Fakultas Teknologi Pertanian IPB. Bogor.
- Kurnia, U., dkk., 2006. Sifat Fisik Tanah dan Metode Analisisnya. Balai Litbang Sumberdaya Lahan Pertanian.
- Lee. R.. 1990. Hidrologi Hutan. Gajah Mada University Press. Yogyakarta.
- Sutanto, R. 2005. Dasar-Dasar Ilmu Tanah. Kanisius, Yogyakarta